

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-142668

(P2003-142668A)

(43) 公開日 平成15年5月16日 (2003.5.16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード <sup>*</sup> (参考)		
H 0 1 L	27/12	H 0 1 L	27/12	E	5 F 0 3 2
	21/223		21/223	A	
	21/265		21/322	R	
	21/322		21/265	J	
	21/76		21/76	D	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁) 最終頁に続く					

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-341409 (P2001-341409)

(22) 出願日 平成13年11月7日 (2001.11.7)

(71) 出願人 302006854

三菱住友シリコン株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(72) 発明者 足立 尚志

佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地

住友金属工業株式会社シチックス事業本部  
内

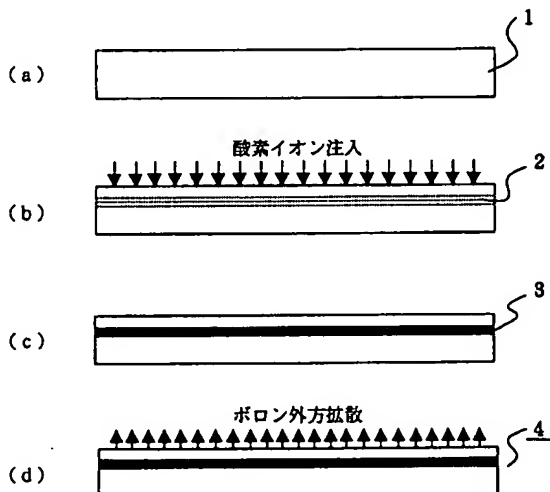
Fターム (参考) 5F032 AA07 AA91 DA60 DA74

## (54) 【発明の名称】 SIMOX基板の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 絶縁層上に単結晶半導体層を有するSIMOX基板の製造方法に関し、特に超高温下における熱処理工程でのスリップ・転位発生を防止できるSIMOX基板の製造方法を提供する。

【解決手段】 ボロンドープされた比抵抗が $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ 以下、初期酸素濃度が $5\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ から $1.8\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$  (ASTM F121-79) の範囲にあるCZシリコン単結晶基板に対し、イオン注入する工程と、酸素含有雰囲気下で熱処理する工程を含むSIMOX基板の製造方法において、酸素含有雰囲気下での熱処理後に、水素含有雰囲気中で、 $1000^{\circ}\text{C}$ 以上 $1250^{\circ}\text{C}$ 以下で1分以上1時間以下の熱処理を施す。又は、前記イオン注入工程前に水素含有雰囲気下で $1000^{\circ}\text{C}$ 以上 $1250^{\circ}\text{C}$ 以下で30分以上4時間以下の熱処理を施し、ボロンの外方拡散を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ボロンドープされた比抵抗が $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ 以下、初期酸素濃度が $5\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$  から $1.8\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$  (ASTM F121-79)の範囲にあるCZシリコン単結晶基板に対し、イオン注入する工程と、酸素含有雰囲気下で熱処理する工程を含むSIMOX基板の製造方法において、酸素含有雰囲気下での熱処理後に、水素含有雰囲気中で、 $1000^{\circ}\text{C}$ 以上 $1250^{\circ}\text{C}$ 以下で1分以上1時間以下の熱処理を施すことを特徴とするSIMOX基板の製造方法。

【請求項2】 ボロンドープされた比抵抗が $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ 以下、初期酸素濃度が $5\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$  から $1.8\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$  (ASTM F121-79)の範囲にあるCZシリコン単結晶基板に対し、イオン注入する工程と、酸素含有雰囲気下で熱処理する工程を含むSIMOX基板の製造方法において、前記イオン注入工程前に水素含有雰囲気下で $1000^{\circ}\text{C}$ 以上 $1250^{\circ}\text{C}$ 以下で30分以上4時間以下の熱処理を施すことを特徴とするSIMOX基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、絶縁層上に単結晶半導体層を有するSIMOX (Separation by Implanted Oxygen) 基板の製造方法に関し、特に超高温下における熱処理工程でのスリップ・転位発生を防止できるSIMOX基板の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】SOI (Silicon on Insulator) 基板の特徴として、寄生容量が少ないためデバイス動作の高速化が可能。放射線耐圧に優れている。誘電体分離が容易のため高集積化可能。ラッチアップ防止など非常に優れた特性を持ち、そのSOI基板の中でもSIMOX法により製造されるSIMOX基板は、製造工程数が少ないため将来的に有効な方法として期待されている。

【0003】このSIMOX基板の製造方法としては、基本的に単結晶シリコン基板へのイオン注入工程、および熱処理工程から成る。一般的には、シリコン基板を $500^{\circ}\text{C}$ ～ $650^{\circ}\text{C}$ の温度範囲内で、酸素原子イオンあるいは酸素分子イオンを基板表面に $10^{17}\text{cm}^{-2}$ ～ $10^{18}\text{cm}^{-2}$ 程度打ち込み、その後アルゴンガススペースの微量酸素雰囲気下で $1300^{\circ}\text{C}$ から $1390^{\circ}\text{C}$ 程度の温度範囲で数時間熱処理を施すことにより、基板内部に注入された酸素イオンがシリコンと反応して基板内部に酸化膜層を形成するものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般的に埋め込み酸化膜形成のための微量酸素雰囲気下での熱処理では、上述のような高温の熱処理を必要とするため、基板自重応力

および熱応力によるスリップ発生が問題となる。自重応力低減に関しては、基板裏面をリング支持部材等でサポートする方法が種々提案され適用されている。

【0005】具体的には、リング支持部材の材質として高温強度の高いSiC材料が一般的に使用されているが、現実問題としてSiC材質の熱容量を低減するためにCVD (Chemical Vapor Deposition) -SiC法により作製された厚みの薄いSiC膜が形成されている。しかしCVD-SiC法により形成された膜には、膜成長時に局所的に異常成長による数ミクロンから数十ミクロンの突起が存在するため、これら要因により突起部とSIMOX基板裏面とで接触する領域にスリップや転位が多発しており、これら結晶欠陥がデバイス特性を劣化させることになる。従って $1300^{\circ}\text{C}$ 以上の熱処理におけるスリップ・転位の低減化が急務となっている。

【0006】本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、絶縁層上に単結晶半導体層を有するSIMOX基板の製造方法に関し、特に超高温下における熱処理工程でのスリップ、転位発生を防止できるSIMOX基板の製造方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本願第1請求項に記載した発明は、ボロンドープされた比抵抗が $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ 以下、初期酸素濃度が $5\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$  から $1.8\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ の範囲にあるCZシリコン単結晶基板に対し、イオン注入する工程と、酸素含有雰囲気下で熱処理する工程を含むSIMOX基板の製造方法において、酸素含有雰囲気下での熱処理後に、水素含有雰囲気中で、 $1000^{\circ}\text{C}$ 以上 $1250^{\circ}\text{C}$ 以下で1分以上1時間以下の熱処理を施すことを特徴とするSIMOX基板の製造方法である。

【0008】本願第2請求項に記載した発明は、ボロンドープされた比抵抗が $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ 以下、初期酸素濃度が $5\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$  から $1.8\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ の範囲にあるCZシリコン単結晶基板に対し、イオン注入する工程と、酸素含有雰囲気下で熱処理する工程を含むSIMOX基板の製造方法において、前記イオン注入工程前に水素含有雰囲気下で $1000^{\circ}\text{C}$ 以上 $1250^{\circ}\text{C}$ 以下で30分以上4時間以下の熱処理を施すことを特徴とするSIMOX基板の製造方法である。

【0009】すなわち、ボロンは転位移動のピンニング効果を持つため、スリップ・転位の大幅な低減が可能となる。しかし、この基板の採用だけではデバイス活性層も高ボロン濃度になるためデバイス用基板としては不適である。従って、高ボロン濃度の処理として水素を含むガス雰囲気下で所定条件での熱処理を施し、活性層内のボロン外方拡散を行わせることにより、SIMOX基板としてデバイスに適用させることを特徴としている。

【0010】また、高濃度ボロン基板の特性として結晶

育成時に導入されるGrown-in欠陥のサイズ分布が小さい事もSIMOX基板表面の品質改善につながり、更にCZ法からなるシリコン単結晶基板、特に高濃度ボロン基板では熱処理過程で酸素析出成長が促進する特性もありゲッターリング効果に有効、かつボロン自体の強力なゲッターリング効果も合わせSIMOX作製プロセスでの重金属汚染対策に非常に有効である。

【0011】ここで酸素濃度に関しては、基板酸素濃度のスリップ・転位に対する固着力は濃度と共に増加し、基板酸素濃度自体も酸化膜形成に寄与することを考慮すれば $1.3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  から $1.8 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  の高酸素側が好ましく、ボロンゲッターリング特性の観点からは、その濃度は比抵抗が $0.02 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下が好ましい。

【0012】また、熱処理条件に関しては、酸化熱処理後には既にSOI構造が完成しているため、水素熱処理時間が長くなることによる還元作用により酸化膜層厚が減少してしまうことを考慮すれば、10分以上1時間以下が好ましく、且つ $1000^\circ\text{C}$ 以下では還元効果が乏しいため $1000^\circ\text{C}$ 以上とした。また、 $1250^\circ\text{C}$ 以上においては水素熱処理炉の構造から危険性を考慮したものである。一方、イオン注入前の水素熱処理に関しては、後工程の酸化熱処理で表面酸化膜成長が起こり、すなわちシリコン表面が数百ナノメートル酸化のために消費されるので、この消費分を加味した長めの熱処理条件としている。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施形態を説明する。

【0014】まず、CZ法により育成された比抵抗 $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のシリコン単結晶基板1に、酸素原子イオンまたは酸素分子イオン、あるいは水素イオンなどを基板表面から注入させイオン注入層を形成する。その後、微量酸素を含む窒素またはアルゴンガス雰囲気下で $1300^\circ\text{C}$ から $1390^\circ\text{C}$ 程度で数時間熱処理を施し、基板内部に注入された酸素あるいはダメージ層を利用して埋め込み酸化膜層を形成させる。

【0015】次に、この基板表面上に成長した酸化膜をフッ酸水溶液などで剥離した後、SC-1およびSC-2洗浄を施してもよいし、あるいはそのままの状態で水素を含むガス雰囲気下で $1000^\circ\text{C}$ から $1250^\circ\text{C}$ の温度範囲で熱処理することにより、基板表面のボロンを外方拡散させ、SIMOX基板を製造する。

【0016】ここで水素含有雰囲気下での熱処理工程は酸素含有雰囲気下での熱処理工程前に行っても良い。しかし、水素雰囲気では酸素外方拡散が促進されるため酸素イオンを注入した場合には、酸素濃度の低下により連続した酸化膜形成が困難になるため短時間での熱処理が好ましい。

【0017】次に、本発明の第2の実施の形態を説明す

る。

【0018】第1の実施の形態同様、まずCZ法により育成されたボロン濃度 $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の単結晶からなるシリコン基板を、水素含有雰囲気下で $1000^\circ\text{C}$ から $1250^\circ\text{C}$ 以下の温度範囲で熱処理する事により、予め基板表面からボロンを外方拡散させておく。条件としては $1100^\circ\text{C}$ 以上 $1200^\circ\text{C}$ 以下で10分から120分程度である。

【0019】その後、酸素原子イオンあるいは分子イオンを基板表面から注入させることによりイオン注入層を形成する。イオン注入は酸素に限定するものでなく例えば水素イオンなどでもよい。イオン注入後、微量酸素を含む窒素あるいはアルゴンガス雰囲気下で $1300^\circ\text{C}$ から $1390^\circ\text{C}$ 程度で数時間熱処理を施し、基板内部に注入された酸素イオンを埋め込み酸化膜に転換させることにより埋め込み酸化膜層を形成しSIMOX基板が得られる。

【0020】この発明は、高濃度ボロン基板同士の貼り合わせ作製方法にも適用できることも伏せて記載する。

【0021】

【実施例】以下、図1及び図2を用いて、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0022】図1、2は、それぞれ本発明によるSIMOX基板製造工程の流れをウェーハの模式的な断面によって示す説明図である。

【0023】実施例1として、まずCZ法により育成させた酸素濃度 $1.3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  (ASTM F121-79)、比抵抗 $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ と $0.01 \Omega \cdot \text{cm}$ から成るシリコン単結晶基板1を準備する。(a参照)その後、イオン注入機を用いて $550^\circ\text{C}$ 以下、 $180 \text{ KeV}$ の加速電圧でドーズ量 $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の酸素原子イオンを打ち込み、所定の深さ位置に酸素イオン注入層2を形成した。(b参照)尚、イオン注入機に関しては、以下実施例2及び比較例とも同様の装置を用いている。

【0024】その後、上記基板のSC-1、SC-2洗浄を行い、該基板を一般的な縦型熱処理炉にて $1350^\circ\text{C}$ 、酸素分圧 $0.5\%$ のアルゴンガス雰囲気中で4時間熱処理を施した後、更に酸素分圧のみを $30\%$ に変えて4時間の追加熱処理を施し、埋め込み酸化膜層3を形成した。(C参照)

【0025】ここで、酸素分圧のみを変えた熱処理を2回に渡って行っているが、これはSIMOX熱処理条件として、低酸素分圧での熱処理を行い酸素イオン注入層(以下BOX層と称す)を形成し、次に高分圧酸素濃度でガス雰囲気から酸素を基板内に拡散させ、BOX層厚を増すこと及びBOXの層品質を向上させるためであり、逆に初期で高分圧酸素雰囲気にすると、BOX層及びSOI層自体に欠陥が多発するためである。

【0026】次に、この基板をフッ酸水溶液(水10：

フッ酸1)を用いて、基板表面に成長した酸化膜を除去し、引き継ぎ100%水素ガス雰囲気下で1100℃で20分間の熱処理を施し、高濃度ボロン層であった表層をボロン外方拡散により、通常抵抗値である数 $\Omega \cdot \text{cm}$ 程度に調整し、最終的にデバイス用基板として用いることができるSIMOX基板4が完成する。(d参照)

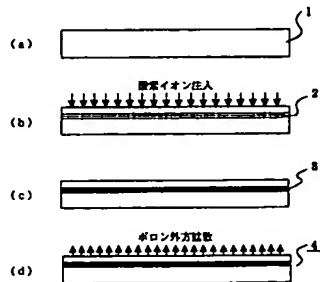
【0027】次に、実施例2として図2を用いて詳細に説明する。

【0028】実施例1と同仕様のCZ法により育成させた酸素濃度 $1.3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  (ASTM F121-79)、比抵抗 $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ と $0.01 \Omega \cdot \text{cm}$ から成るシリコン単結晶基板1に対し、SC-1、SC-2洗浄を行い、縦型熱処理炉にて1200℃、1時間の100%水素ガス雰囲気下で熱処理を実施した。(b参照)実施例2では、既にこの段階でデバイス領域となる基板表層のボロン外方拡散を行い、実施例1に示す通常抵抗値に調整している。

【0029】その後、イオン注入機で、550℃下、180KeVの加速電圧でドーズ量 $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の酸素イオンを打ち込み、酸素イオン注入層2を形成し、(c参照)続いて酸素分圧0.5%アルゴンガス雰囲気中で4時間、30%酸素分圧下で4時間熱処理を施すことにより、埋め込み酸化膜層3を有するSIMOX基板4が完成する。(d参照)

【0030】比較例とし、SIMOX作製用基板として、CZ法により育成させた酸素濃度 $1.4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  (ASTM F121-79)、比抵抗 $20 \Omega \cdot \text{cm}$ から成るシリコン単結晶基板に、イオン注入機により550℃下、180KeVの加速電圧でドーズ量 $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の酸素イオンを打ち込んだ。その後基

【図1】



【0031】上記、実施例で得られた各SIMOX基板を電子顕微鏡にて断面構造を観察した結果、いずれのSIMOX基板も活性層約130nm厚、埋め込み酸化膜は約100nmで文献等で記載されているSIMOX品と同等の品質を示した。

【0032】特に、実施例1、2で適用した高濃度ボロンドープ基板に関しては、水素雰囲気下の熱処理により活性層側の抵抗は、ボロン外方拡散より数十 $\Omega \cdot \text{cm}$ の抵抗が確認できた。

【0033】次にX線によりスリップを確認した。比較例では長さ50mm程度程度のスリップが数本していたが、 $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ の基板では30mm程度、 $0.01 \Omega \cdot \text{cm}$ の基板では8mm程度に低減しており、ボロン濃度依存性が確認でき、高温長時間処理でも大幅にスリップ・転位の低減化が可能になった。

【0034】

【本発明の効果】本発明によれば、高濃度ボロンドープ基板を用い、且つ、その後活性層側の抵抗をデバイスとして使用できる抵抗にするための水素雰囲気下の熱処理を施すことにより、特に超高温下における熱処理工程でのスリップ・転位発生を防止できるSIMOX基板を製造できる。

【図面の簡単な説明】

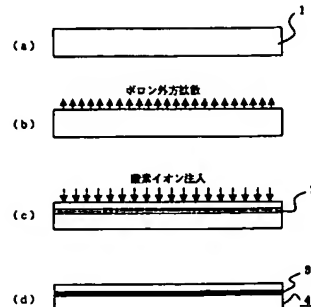
【図1】本発明の実施例1によるSIMOX基板の製造工程の流れを基板の模式的な断面によって示す説明図である。

【図2】本発明の実施例2によるSIMOX基板の製造工程の流れを基板の模式的な断面によって示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 シリコン単結晶基板
- 2 酸素イオン注入層
- 3 埋め込み酸化膜層
- 4 SIMOX基板

【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/762

識別記号

F I

H01L 21/76

テーマコード (参考)

R